ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE
I SESSIONE 2026 – 31 LUGLIO 2026
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

III COMMISSIONE – SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE B

PROVA SCRITTA
(PROVA DI SETTORE)

TEMA N. 1

Titolo
L'Intelligenza Artificiale nei settori dell'ingegneria industriale: opportunità, rischi, responsabilità etiche e deontologiche

Nell'ambito dell'ingegneria industriale, le applicazioni dell'A.I. interessano numerosi settori: produzione manifatturiera, manutenzione predittiva, automazione industriale, logistica, gestione energetica, progettazione assistita, controllo di processo, sicurezza degli impianti e sviluppo di nuovi materiali. Tuttavia, accanto ai benefici emergono anche criticità legate all'affidabilità degli algoritmi, alla sicurezza informatica, alla tutela dei dati, alla trasparenza delle decisioni automatizzate e all'impatto sociale dell'automazione.
L'ingegnere industriale è chiamato a comprendere tali trasformazioni, governarle responsabilmente e garantire che l'utilizzo dell'A.I. avvenga nel rispetto dei principi etici, della sicurezza e della deontologia professionale

Il candidato sviluppi il tema affrontando i seguenti aspetti:

- **L'A.I. e la trasformazione dell'ingegneria industriale**
- **Benefici e opportunità nei diversi settori dell'ingegneria industriale**
- **Rischi e criticità**
- **Aspetti etici e deontologici**

Il candidato esprima una valutazione critica sul ruolo dell'Intelligenza Artificiale nell'ingegneria industriale, evidenziando come l'innovazione tecnologica possa rappresentare un'opportunità per il progresso economico e sociale solo se accompagnata da adeguate competenze professionali, da una rigorosa attenzione alla sicurezza e dal rispetto dei principi etici e deontologici che caratterizzano la professione dell'ingegnere.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE
I SESSIONE 2026 – 31 LUGLIO 2026
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

III COMMISSIONE – SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE B

PROVA SCRITTA
(PROVA DI SETTORE)

TEMA N. 2

Il rispetto delle normative tecniche e legislative nel progetto industriale: garanzia di sicurezza, qualità e responsabilità professionale

L'attività dell'ingegnere industriale si svolge in un contesto caratterizzato da un articolato sistema di norme tecniche, disposizioni legislative e regolamenti che disciplinano la progettazione, la costruzione, l'esercizio e la manutenzione di impianti, macchine, componenti e processi produttivi.

Il candidato sviluppi l'argomento affrontando, in particolare, i seguenti aspetti:

- il ruolo delle norme tecniche volontarie e della legislazione cogente nella progettazione industriale;
- la differenza tra norme tecniche, leggi, regolamenti e direttive europee, evidenziandone le rispettive finalità;
- l'importanza della conformità normativa nelle diverse fasi del progetto: progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e manutenzione;
- il rapporto tra innovazione tecnologica e adeguamento del quadro normativo, con particolare riferimento all'automazione industriale, alla digitalizzazione, all'intelligenza artificiale e alla transizione energetica;
- le responsabilità civili, penali, amministrative e disciplinari dell'ingegnere in caso di inosservanza delle disposizioni normative;
- il valore della valutazione dei rischi e della prevenzione secondo i principi della sicurezza industriale;
- il ruolo della certificazione, dell'accreditamento e della marcatura CE nel garantire la conformità dei prodotti e degli impianti;
- gli aspetti deontologici della professione, evidenziando come il rispetto delle norme rappresenti non un mero adempimento burocratico, ma uno strumento essenziale di tutela dell'interesse pubblico.

Il candidato potrà richiamare esempi tratti dalla propria esperienza professionale o da casi reali riguardanti impianti industriali, macchine, sistemi energetici, infrastrutture produttive o processi manifatturieri, illustrando le principali criticità riscontrabili e le possibili soluzioni progettuali adottabili nel rispetto della normativa vigente.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE IUNIOR
I SESSIONE 2026 – 31 LUGLIO 2026
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

III COMMISSIONE – SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE B

SECONDA PROVA SCRITTA

(PROVA DI CLASSE)

TEMA N. 1

Il Candidato elenchi i principali tipi di motore per aeromobile di sua conoscenza illustrando vantaggi e svantaggi di ogni tipologia anche in considerazione delle prestazioni attese.

A sua scelta ne scelga uno e ne illustri in modo approfondito i componenti meccanici, soffermandosi sui materiali principalmente utilizzati, e il suo funzionamento sia dal punto di vista meccanico che da quello di ciclo termodinamico.

È richiesto al Candidato di presentare i risultati e le argomentazioni in forma di relazione.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE IUNIOR
I SESSIONE 2026 – 31 LUGLIO 2026
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

III COMMISSIONE – SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE B

SECONDA PROVA SCRITTA

(PROVA DI CLASSE)

TEMA N. 2

Il candidato facendo riferimento ad un impianto di sua scelta descriva:

1. la scelta dell'architettura di controllo, confrontando il funzionamento di un sistema ad anello aperto e di uno ad anello chiuso, evidenziandone vantaggi e limiti;
2. la scelta del controllore e dei principali criteri di taratura, con particolare riferimento al regolatore PID;
3. le problematiche di implementazione in ambito digitale con particolare riferimento ai tempi di campionamento e alla realizzazione discreta del sistema
4. le problematiche legate alle misure e dei sensori presenti in un sistema di controllo.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE IUNIOR
I SESSIONE 2026 – 31 LUGLIO 2026
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

III COMMISSIONE – SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE B

SECONDA PROVA SCRITTA

(PROVA DI CLASSE)

TEMA N. 3

LE TECNICHE DI CHIRURGIA IN AMBITO ORTOPEDICO SONO MOLTO RILEVANTI NEL CAMPO MEDICO.

IL CANDIDATO SI SOFFERMI SU UN PARTICOLARE DISPOSITIVO IN AMBITO ORTOPEDICO O MAXILLO-FACCIALE ED ESPONGA TUTTE LE FASI DI PROGETTAZIONE E CARATTERIZZAZIONE NECESSARIE PER LA REALIZZAZIONE DEL DISPOSITIVO SELEZIONATO. IN PARTICOLARE, IL CANDIDATO DEVE DESCRIVERE ALMENO I SEGUENTI PUNTI:

- MATERIALI IMPIEGATI: PROPRIETÀ MECCANICHE RILEVANTI (MODULO ELASTICO, RESISTENZA A FATICA, DUREZZA), RAZIONALE DELLA SCELTA E PRINCIPALI LIMITAZIONI CLINICHE;
- PROCESSO DI PRODUZIONE DEL DISPOSITIVO: TECNICHE DI FABBRICAZIONE POSSIBILI E PRINCIPALI LIMITAZIONI E VANTAGGI;
- INTERAZIONE CON IL TESSUTO EMATICO E BIO/EMOCOMPATIBILITÀ: PRINCIPI DELLA VALUTAZIONE BIOLOGICA SECONDO ISO 10993.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE IUNIOR
I SESSIONE 2026 – 31 LUGLIO 2026
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

III COMMISSIONE – SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE B

SECONDA PROVA SCRITTA

(PROVA DI CLASSE)

TEMA N. 4

Il candidato discuta l'importanza di conoscere la cinetica di reazione per il dimensionamento di un reattore catalitico.

Per esemplificare quanto discusso, si richiede al candidato di mostrare come la cinetica di reazione possa essere impiegata per dimensionare un reattore catalitico tubolare (descrivibile mediante un modello ideale a pistone, PFR) e un reattore catalitico miscelato (descrivibile mediante un modello ideale a tino, CSTR), nel caso di una reazione $A+B \rightarrow C$, descritta da una cinetica di ordine 1 rispetto ad A, di ordine 1 rispetto a B e di ordine 0 rispetto a C.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE IUNIOR
I SESSIONE 2025 – 31 LUGLIO 2026
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

III COMMISSIONE – SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE B

SECONDA PROVA SCRITTA

(PROVA DI CLASSE)

TEMA N. 5

Il candidato, sulla base delle conoscenze acquisite nel proprio percorso di studi, sviluppi una trattazione sul seguente argomento:
L'impiego del trasformatore nei sistemi elettrici, illustrandone il principio di funzionamento, le principali caratteristiche costruttive e funzionali, gli aspetti legati alla sicurezza di esercizio, le principali considerazioni di carattere economico e i riferimenti normativi di maggiore rilievo.
Nello svolgimento il candidato potrà fare riferimento a un'applicazione specifica, motivando le scelte tecniche e descrivendo il contesto impiantistico, senza che siano richiesti il dimensionamento o il progetto esecutivo.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE IUNIOR
I SESSIONE 2026 – 31 LUGLIO 2026
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

III COMMISSIONE – SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE B

SECONDA PROVA SCRITTA

(PROVA DI CLASSE)

TEMA N. 6

La decarbonizzazione della produzione di energia termica per il condizionamento degli edifici residenziali è una sfida che può essere affrontata adottando molteplici soluzioni, spesso complementari tra di loro.
Il candidato illustri sinteticamente un metodo di calcolo dei carichi termici estivi di un edificio residenziale evidenziando, qualitativamente, i contributi più rilevanti per la domanda di raffrescamento.
Il candidato inoltre illustri, con uno schema impiantistico sintetico, le tecnologie di produzione e gli impianti di distribuzione in un progetto per il condizionamento estivo di un edificio residenziale.
Infine, il candidato elenchi e commenti le possibili soluzioni di decarbonizzazione potenzialmente implementabili in questo ambito, includendo le migliorie sull'involucro edilizio, i sistemi innovativi per la produzione di energia termica, l'utilizzo di diversi vettori energetici e le possibili integrazioni di processo.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE IUNIOR
I SESSIONE 2026 - 31 LUGLIO 2026
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

III COMMISSIONE – SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE B

SECONDA PROVA SCRITTA

(PROVA DI CLASSE)

TEMA N. 8

L'organizzazione rappresenta uno dei principali fattori che influenzano l'efficienza e la competitività di un'impresa. Il candidato descriva il ruolo dell'ingegnere industriale nella progettazione e nel miglioramento dell'organizzazione aziendale, illustrando i principi fondamentali della progettazione organizzativa, le principali configurazioni strutturali, la gestione dei processi, i sistemi di coordinamento e controllo, l'impiego di indicatori di performance, nonché le criticità connesse all'introduzione di cambiamenti organizzativi. Il candidato evidenzi inoltre come gli aspetti organizzativi si integrino con la pianificazione della produzione, la qualità, la logistica e la digitalizzazione dei processi aziendali.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE IUNIOR
I SESSIONE 2026 – 31 LUGLIO 2026
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

III COMMISSIONE – SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE B

SECONDA PROVA SCRITTA

(PROVA DI CLASSE)

TEMA N. 9

Attenzione sempre crescente è dedicata all'impiego di materiali a basso contenuto energetico nella produzione di manufatti industriali.
Per le diverse classi di materiali, si spieghino i criteri da seguire per selezionare materiali a basso contenuto energetico, considerando l'intero ciclo produttivo del materiale e del manufatto.
Si spieghino gli effetti che può avere, sul progetto del manufatto, l'uso di materiali a basso contenuto energetico.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE IUNIOR
I SESSIONE 2026 - 31 LUGLIO 2026
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

III COMMISSIONE – SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE B

SECONDA PROVA SCRITTA

(PROVA DI CLASSE)

TEMA N. 10

Il candidato descriva la metodologia e le diverse fasi di progetto per la progettazione e il collaudo di un ascensore per trasporto persone.
In particolare si faccia riferimento a:

- i dati necessari da parte del committente,
- la procedura che si intende seguire per la progettazione del sistema di sollevamento e movimentazione,
- la metodologia di dimensionamento e verifica della resistenza meccanica dei componenti,
- eventuali normative di riferimento
- i dispositivi di sicurezza

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE IUNIOR
I SESSIONE 2026 – 17 SETTEMBRE 2026
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

III COMMISSIONE – SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE B

PROVA PRATICA

TEMA N. 1

Un velivolo avente le seguenti caratteristiche:

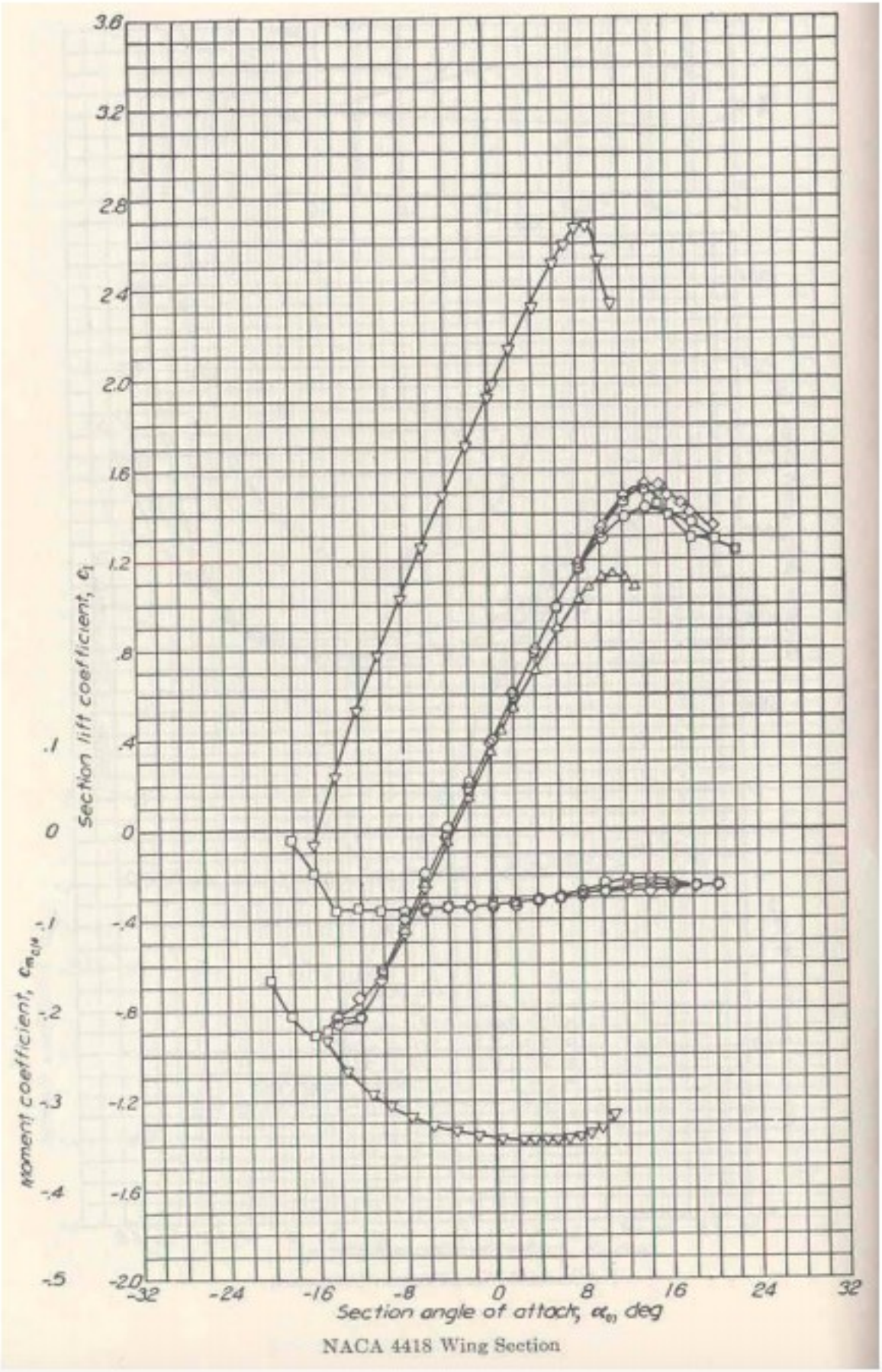
- con massa pari a 3500kg,
- un'ala a pianta rettangolare con apertura pari a 15 m,
- superficie in pianta pari a 20.1 m^2,
- Profilo alare NACA 4418 costante.

procede alla velocità di 180km/h in volo orizzontale alla quota di 5000 m.

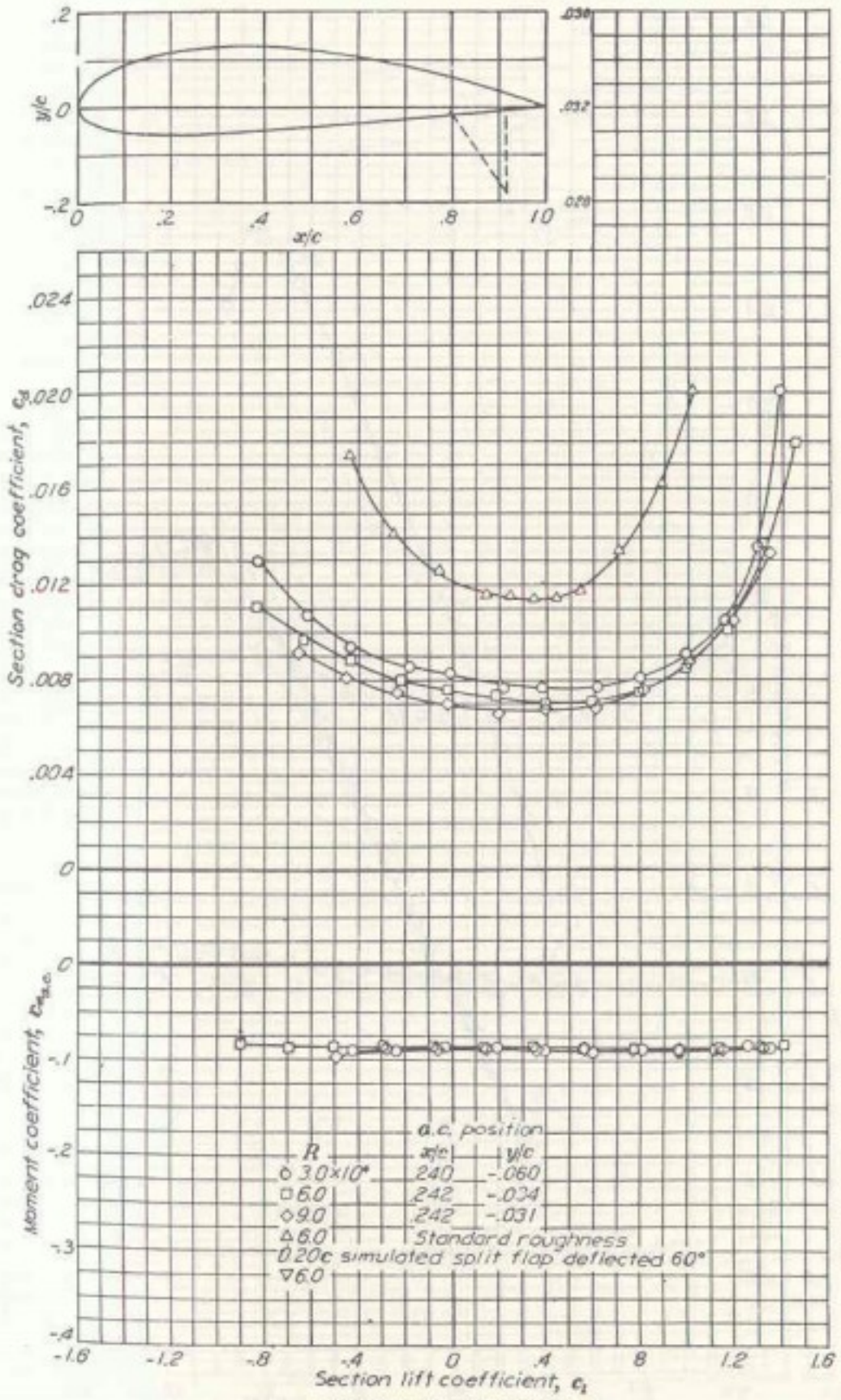
Considerando l'ala come isolata, per le condizioni di volo indicate, si chiede di:

1) valutare il coefficiente di portanza dell'ala;
2) valutare il coefficiente di resistenza indotta e la resistenza indotta dell'ala ipotizzando un fattore di Oswald e=0.82;
3) stimare il coefficiente di resistenza parassita, il coefficiente di resistenza globale, la resistenza parassita e la resistenza globale dell'ala.

Il candidato assuma, con debite considerazioni ed ipotesi, le misure o dimensioni eventualmente mancanti.



NACA 4418 Wing Section



NACA 4418 Wing Section (*Continued*)

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE IUNIOR
I SESSIONE 2026 – 17 SETTEMBRE 2026
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

III COMMISSIONE – SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE B

PROVA PRATICA

TEMA N. 2

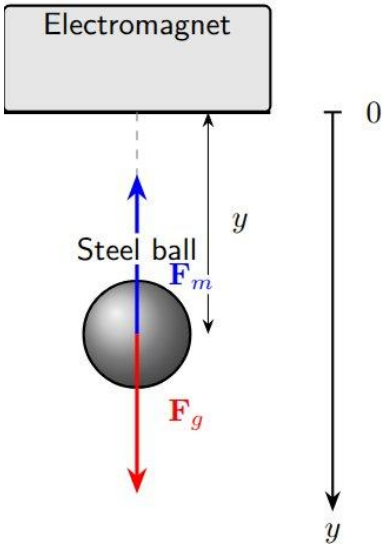
Si desidera analizzare e definire il sistema di controllo per un attuatore a levitazione magnetica. Il sistema è costituito da un elettromagnete posto in alto che deve mantenere una sfera d'acciaio in una posizioneverticale prefissata, contrastando la forza di gravità.

Il comportamento dinamico del sistema è descritto dalla seguente equazione differenziale non lineare:

$$m\, d^2y(t)/dt^2 = mg - k\, i^2(t)/y^2(t)$$

dove:

y(t) è la posizione verticale della sfera, misurata verso il basso a partire dall'elettromagnete;
i(t) è la corrente che scorre nell'elettromagnete;
m = 0,05 kg è la massa della sfera;
g = 9,81 m/s² è l'accelerazione di gravità;
k = 0,001 N·m²/A² è la costante elettromagnetica.



Si consideri come posizione desiderata $\mathbf{y_0 = 0{,}02\ m}$. La corrispondente corrente di equilibrio è $\mathbf{i_0 \approx 0{,}443\ A}$.

Indicando con $\Delta y(t) = y(t) - y_0$ e $\Delta i(t) = i(t) - i_0$ le piccole variazioni rispetto al punto di equilibrio, il sistema può essere descritto dal seguente modello linearizzato:

$$\Delta\ddot{y}(t) = 981\, \Delta y(t) - 44{,}29\, \Delta i(t)$$

Equivalentemente, scegliendo $x_1 = \Delta y$ e $x_2 = \Delta \dot{y}$:i

$$\dot{x}_1 = x_2$$
$$\dot{x}_2 = 981\, x_1 - 44{,}29\, \Delta i$$

e la funzione di trasferimento tra la variazione di corrente e la variazione di posizione è:

$$G(s) = \Delta Y(s)/\Delta I(s) = -44{,}29 \,/\, (s^2 - 981)$$

Il candidato risponda alle seguenti domande:

Analisi del sistema: A partire dal modello linearizzato fornito, si analizzi la stabilità del sistema in anello aperto, individuandone i poli e commentandone il significato fisico.

Schema del sistema di controllo: Si rappresenti mediante uno schema a blocchi un possibile sistema di controllo in retroazione, individuando riferimento, controllore, attuatore, sistema fisico e sensore di posizione.

Controllore: Si proponga un controllore di tipo PID e si descriva qualitativamente il ruolo delle azioni proporzionale, integrale e derivativa. Si discuta come le diverse azioni influenzino precisione a regime, rapidità della risposta e sovraelongazione e si proponga un possibile dimensionamento de sisrema di controllo

Implementazione digitale: Si descriva come il sistema di controllo possa essere implementato mediante un sistema digitale (ad esempio microcontrollore o PLC), discutendo la scelta del tempo di campionamento e le principali problematiche connesse alla discretizzazione.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE IUNIOR
I SESSIONE 2026 – 17 SETTEMBRE 2026
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

III COMMISSIONE – SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE B

PROVA PRATICA

TEMA N. 3

SEMPLIFICANDO LA STRUTTURA DELLA PROTESI ARTICOLARE SCELTA, IL CANDIDATO ASSUMA PARTICOLARI VALORI PER LE DIMENSIONI PRINCIPALI, MOTIVANDOLE.

SI DESCRIVANO I CARICHI AGENTI SULLA PROTESI, I VINCOLI E LE PRINCIPALI GRANDEZZE GEOMETRICHE.

IL CANDIDATO ESEGUA UNA VERIFICA DI RESISTENZA STATICA DELLA PROTESI O DI UN SUO COMPONENTE.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE IUNIOR
I SESSIONE 2026 – 17 SETTEMBRE 2026
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

III COMMISSIONE – SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE B

PROVA PRATICA

TEMA N. 4

Si consideri la reazione di idratazione dell'etilene a dare etanolo:

$$C_2H_4 + H_2O \leftrightarrow C_2H_5OH$$

La reazione avviene alla temperatura di 200°C e alla pressione di 34.5 bar: in queste condizioni si ha copresenza di fase liquida e di fase vapore. Trascurando la concentrazione di etilene in fase liquida, supponendo di poter descrivere la fase gas come una miscela ideale di gas reali, si determini la composizione di equilibrio termodinamico.

Si consideri il ΔH^0_R indipendente dalla temperatura, e pari a quello calcolato a 298 K. Si trascuri inoltre l'effetto della pressione sulla fugacità delle specie in fase liquida.

	ΔG^0_f gas (298 K) kJ/mol	ΔH^0_f gas (298 K) kJ/mol	ΔG^0_f liq (298 K) kJ/mol	ΔH^0_f liq (298 K) kJ/mol	T_c K	p_c bar	ω	γ	P_{sat} bar
C_2H_5OH	-168.5	-235.1	-174.8	-277.7	513.9	61.48	0.645	3.34	30.22
C_2H_4	68.5	52.5			282.3	50.4	0.087		
H_2O	-228.6	-241.8	-237	-286	647.1	220.55	0.345	1	15.55

Per il calcolo dei coefficienti di fugacità, si utilizzino:

$$\phi_i = \exp\left(\frac{P_{R,i}}{T_{R,i}\left(B_i^0 + \omega_i B_i^1\right)}\right)$$

$$\phi_i^{sat} = \exp\left(\frac{P_{R,i}^{sat}}{T_{R,i}\left(B_i^0 + \omega_i B_i^1\right)}\right)$$

con

$$B_i^0 = 0.083 - \frac{0.422}{T_{R,i}^{1.6}} \qquad - \qquad B_i^1 = 0.139 - \frac{0.172}{T_{R,i}^{5.6}}$$

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE JUNIOR
I SESSIONE 2026 – 17 SETTEMBRE 2026
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

III Commissione – Settore Industriale

SEZIONE B

PROVA PRATICA

TEMA N. 5

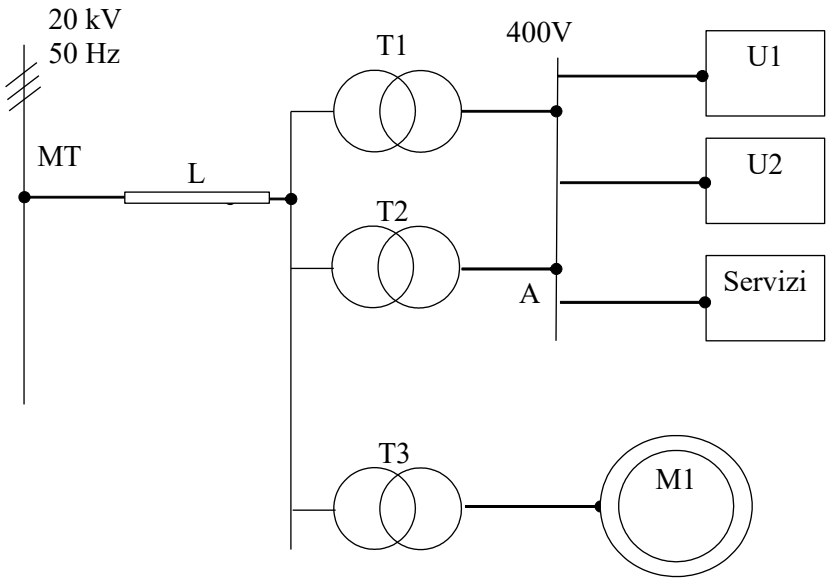
Si deve rinnovare l'impianto elettrico di un complesso manifatturiero riutilizzando in parte alcuni componenti già esistenti.
La linea MT 20 kV di lunghezza 10 km sarà collegata a due trasformatori trifase (T1, T2) operanti in parallelo; del trasformatore T1, già disponibile, sono noti i seguenti dati tecnici:

Trasformatore T1
tensioni nominali: 20 kV/400 V
potenza nominale: 600 kVA
collegamento e gruppo: Dy11
tensione di corto circuito percentuale: 4%
potenza assorbita nella prova a vuoto: 0.2%
potenza assorbita nella prova in corto circuito: 8 kW

Il trasformatore T2 deve invece essere ordinato una volta definite le specifiche tecniche. Lo schema generale unifilare è mostrato nella figura seguente:
Il complesso delle utenze trifase BT 400 V comprende:

- un'utenza U1 che rappresenta un insieme di carichi variabili per i quali, tenendo conto di opportuni fattori di contemporaneità e utilizzazione, si può stimare il seguente assorbimento complessivo di potenza: P1 = 200 kW, Q1=100 kVAR
- Un'utenza U2 che rappresenta un insieme di carichi costanti per i quali è noto con precisione l'assorbimento grazie a misure effettuate, in particolare la potenza assorbita è pari a P2= 300 kW, con fattore di potenza pari a 0.7 RIT
- Un'utenza di spazi comuni dedicata all'alimentazione di 15 locali adibiti a servizi vari (reception, ristorante, ecc.). Per ciascun locale si prevede di installare apparecchiature di illuminazione (rifasate localmente con fattore di potenza 0.95 RIT) per circa 400W e prese monofasi per circa 10 kVA (totali).

La linea MT alimenta inoltre, attraverso il trasformatore T3 un motore asincrono trifase M1 di potenza nominale pari a 150 kW e tensione nominale pari a 500 V, utilizzato per sistemi di pompaggio e ventilazione;



Il candidato dovrà rispondere ai seguenti quesiti:

1. Determinare il circuito equivalente del trasformatore T1.
2. Determinare i dati principali del trasformatore T2.
3. Effettuare la scelta del trasformatore T3, stimandone i dati di targa
4. Dimensionare la batteria di condensatori di rifasamento da disporre in A definendone la potenza e il collegamento da installare sul lato BT per riportare il valore del fattore di potenza a 0.92 RIT.

Il candidato risponda inoltre a scelta ad uno dei seguenti quesiti:

1. Indicare come si potrebbe controllare la velocità del motore asincrono e presentare uno schema del sistema di alimentazione e controllo.
2. Tracciare lo schema dell'impianto BT, completo degli organi di misura, di protezione e di interruzione, e indicarne le principali caratteristiche.
3. Determinare gli elementi costruttivi di dimensionamento di uno dei trasformatori dell'impianto (potenza di dimensionamento, dimensioni principali, dati di avvolgimento).
4. Determinare il valor massimo della corrente sulla linea MT all'avviamento del motore M1 ipotizzando gli altri carichi disinseriti.

Il candidato giustifichi le eventuali ipotesi e approssimazioni assunte nel corso dei calcoli.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE IUNIOR
I SESSIONE 2026 – 17 SETTEMBRE 2026
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

III COMMISSIONE – SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE B

PROVA PRATICA

TEMA N. 6

Nella sala operatoria di un ospedale è necessario mantenere invariate le condizioni dell'aria. In particolare si desidera ottenere le seguenti condizioni:

- pressione atmosferica (in realtà sarebbe indicata una pressione lievemente superiore a quella esterna per ragioni sanitarie),
- temperatura pari a 20 °C,
- umidità relativa pari al 50%.

Si preleva dall'esterno aria a temperatura pari a 30 °C e umidità relativa pari all'80%.
Si considerano le seguenti potenze termiche e umidità:

- la potenza termica derivante dall'illuminazione di sala e dalle apparecchiature è di 5 kW,
- le persone presenti in sala sono 7 e si può stimare che la produzione di calore di ciascuna di esse sia pari a 400 kJ ogni ora, mentre la produzione di umidità di ognuna è di 50 g di vapore ogni ora con entalpia h_v di 2500 kJ/kg,
- attraverso le pareti, il pavimento e il soffitto entra un flusso di calore pari a 4000 kJ/h.

Il candidato determini come deve essere condotto il condizionamento in assenza di ricircolo, sapendo che la portata di aria secca da immettere nel locale è di 2700 m^3 ogni ora.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE
I SESSIONE 2026 – 17 SETTEMBRE 2026
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

III COMMISSIONE – SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE B

PROVA PRATICA

TEMA N. 8

Ma.Chine Srl produce componenti meccanici per macchinari agricoli. L'azienda è presente nel mercato dai primi anni '70 ed è attualmente un leader riconosciuto nel mercato europeo. Negli anni ha via via diversificato la sua offerta, arrivando a produrre 8 componenti principali per l'industria agricola.

Sebbene l'azienda disponga di una capacità produttiva adeguata a coprire la domanda, negli ultimi anni si sono registrati significativi ritardi nelle consegne, accompagnati da un incremento dei costi legati alla gestione delle scorte. A ciò si aggiungono numerose segnalazioni da parte della clientela, che hanno messo in evidenza importanti carenze nella qualità del servizio offerto.

Il sistema produttivo attualmente adottato da Ma.Chine è strutturato come una linea di assemblaggio costituita da 6 macchinari, ognuno dei quali è gestito da un operatore. La produzione si sviluppa su due turni al giorno, per 5 giorni alla settimana e per un totale di 40 settimane operative all'anno. La Tabella 1 presenta le principali caratteristiche degli 8 componenti realizzati dall'azienda.

Tabella 1 – Descrizione dei prodotti

PRODOTTO	CONSUNTIVO PRODUZIONE 2025 [pz]	MARGINE DI CONTRIBUZIONE UNITARIO [€]	GIACENZA MEDIA 2025 [€]
COMPONENTE 1	52,587	6	12,750
COMPONENTE 2	33,535	5	29,750
COMPONENTE 3	37,131	6.5	13,600
COMPONENTE 4	32,031	7.5	37,400
COMPONENTE 5	45,419	4.5	39,950
COMPONENTE 6	53,947	4	3,825
COMPONENTE 7	41,209	5.5	56,950
COMPONENTE 8	33,618	3.5	7,225

A seguito di una previsione di aumento della domanda per l'anno 2026, il direttore di stabilimento, l'Ing. Verdi, sta avviando un progetto di adeguamento di Ma.Chine ai nuovi fabbisogni. L'Ing. Verdi si confronta con il responsabile dell'Ufficio Operations & Supply, Dott.

Rossi, per analizzare l'attuale sistema di previsione della domanda e di gestione delle scorte. Inoltre, l'Ing. Verdi sta valutando l'eliminazione del componente 8, caratterizzato da basso margine di contribuzione unitario e volumi ridotti, al fine di evitare l'investimento in nuovi macchinari e ridurre il costo del personale.

Le conclusioni dell'analisi approfondita condotta insieme al Dott. Rossi sono le seguenti:

- La previsione della domanda rispetto ai dati storici riportati in Tabella 2 (in allegato) risulta poco affidabile (stima effettuata tramite metodo di Brown, con $\alpha = 0,4$);
- l'eliminazione del componente 8 non risulta ottimale: sarebbe più opportuno valutare la dismissione di un altro componente (analisi ABC–ABC);
- l'attuale sistema di gestione delle scorte, caratterizzato da un modello a intervallo fisso, non garantisce un livello di soddisfazione adeguata per i clienti.

Si richiede al candidato di:

1. verificare l'affidabilità della previsione di domanda utilizzando i dati storici disponibili;
2. valutare l'impiego di un diverso metodo di previsione di domanda (o differente valore di α), a scelta del candidato, e confrontare l'affidabilità del metodo proposto con il metodo attualmente utilizzato;
3. valutare la correttezza della proposta di eliminazione del componente 8, individuando eventuali alternative più razionali, tenendo in conto che il componente 2 è strategico per Ma.Chine Srl;
4. verificare l'affidabilità dell'attuale modello di gestione scorte per il componente 2, in particolare valutando il corretto dimensionamento delle scorte di sicurezza al fine di migliorare il servizio offerto ai clienti e garantire un livello di servizio pari almeno al 95%;
5. valutare l'adozione di un modello di gestione scorte a punto di riordino con lotti fissi per il componente 2, scegliendo i valori più indicati da utilizzare per i parametri del modello;
6. confrontare, per le diverse alternative di modelli considerati:
    - la giacenza media (in pezzi)
    - il costo annuale di giacenza media
    - il costo annuale di emissione ordine.
7. discutere brevemente il trade-off tra il rischio di overstock ed il rischio di stockout per il componente 2.

Si effettuino ipotesi ragionevoli per i dati mancanti ritenuti necessari.

Tabella 2 – dati storici della domanda

	DOMANDA							
	COMPONENTE 1	COMPONENTE 2	COMPONENTE 3	COMPONENTE 4	COMPONENTE 5	COMPONENTE 6	COMPONENTE 7	COMPONENTE 8
PERIODO								
2019	51,230	38,679	42,586	45,476	51,281	61,287	42,367	50,250
2020	52,275	39,725	43,737	46,708	52,327	62,543	43,518	51,296
2021	60,639	48,089	52,946	56,561	60,700	72,590	52,727	59,669
2022	62,730	50,180	55,248	59,024	62,793	75,101	55,029	61,762
2023	43,911	31,361	34,528	36,854	43,955	52,496	34,309	42,924
2024	53,321	40,770	44,888	47,939	53,374	63,799	44,669	52,343
2025	63,776	51,225	56,399	60,256	63,839	76,357	56,180	62,808

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE IUNIOR
I SESSIONE 2026 – 17 SETTEMBRE 2026
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

III COMMISSIONE – SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE B

PROVA PRATICA

TEMA N. 9

La tempra è uno dei procedimenti usati industrialmente per produrre vetri di sicurezza.

1) Si consideri un trattamento di tempra termica applicato ad una lastra di vetro con spessore di 6 mm e si assuma che tale trattamento generi uno sforzo residuo di compressione in superficie pari a 120 MPa. Si calcoli lo sforzo residuo al centro della lastra e si valuti la distanza dalla superficie a cui lo sforzo interno è nullo. Si assuma che il profilo di sforzo all'interno della lastra sia parabolico.
2) Si consideri un trattamento di tempra "chimica" (interdiffusione di ioni sodio e potassio) eseguito su una lastra di vetro avente spessore di 1 mm. La durata del trattamento sia 8 ore e il coefficiente di interdiffusione (considerato costante nel tempo) sia $1{,}5 \cdot 10^{-14}$ m^2 s^{-1}. Assumendo che il profilo di sforzo all'interno della lastra segua l'andamento del profilo di concentrazione e che lo sforzo residuo in superficie (compressivo) sia 500 MPa, si valuti lo sforzo al centro della lastra.
3) Si spieghino i vantaggi derivanti dai trattamenti di tempra dei vetri e si confrontino i due processi (punti 1 e 2), evidenziandone le caratteristiche principali.
4) Si descrivano altri tipi di vetri di sicurezza, illustrando i vantaggi (o le limitazioni) che presentano rispetto ai vetri temprati.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE IUNIOR
I SESSIONE 2026 – 17 SETTEMBRE 2026
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

III COMMISSIONE – SETTORE INDUSTRIALE

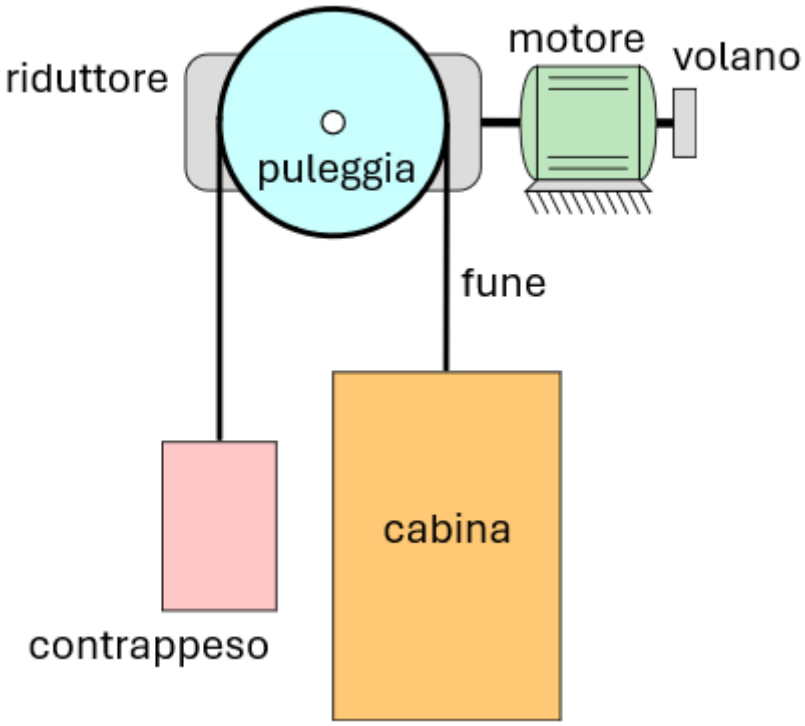
SEZIONE B

PROVA PRATICA

TEMA N. 10

L'ascensore rappresentato in figura è azionato da un motore asincrono trifase a 4 poli (velocità nominale 1500 rpm) tramite un riduttore ed una puleggia sulla quale si avvolge la fune di sollevamento. La velocità nominale di sollevamento è di 0.5 m/s. Il diametro della puleggia su cui si avvolge la fune è di 500 mm. La massa della cabina è di 300 kg così come il carico utile sollevabile. Il contrappeso ha massa di 550 kg.

1. Si calcoli il rapporto di trasmissione del riduttore
2. Si calcoli la coppia nominale del motore
3. Si calcoli la potenza nominale del motore
4. Si dimensioni la fune di sollevamento (coefficiente di sicurezza pari a 8)
5. Si calcoli il diametro l'albero di uscita del riduttore a cui è connessa la puleggia considerando un acciaio con uno sforzo di snervamento di 800 MPa e di rottura pari a 1000 MPa (coefficiente di sicurezza pari a 1.75).
6. Supponendo di avviare il sistema da fermo con il motore che eroga una coppia pari alla nominale si calcoli l'accelerazione del sistema in sollevamento al massimo carico



ASHRAE Diagramma psicrometrico N. 1

Temperatura normale
Pressione barometrica: 101 325 Pa

©1992 American Society of Heating,
Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.

Livello del mare

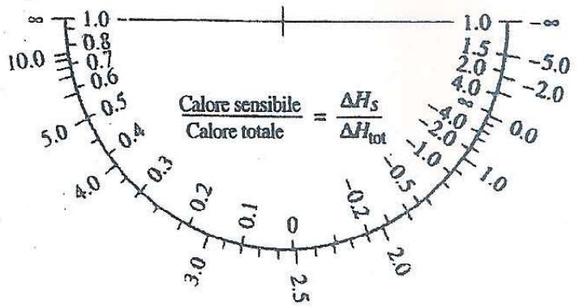


DIAGRAMMA h-x DELL'ARIA UMIDA

